

(51)

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

(11)

## Offenlegungsschrift 28 11 345

(21)

Aktenzeichen: P 28 11 345.3

(22)

Anmeldetag: 16. 3. 78

(23)

Offenlegungstag: 27. 9. 79

(31)

Unionspriorität:

(32) (33) (31) —

(54)

Bezeichnung: Druckregler für pneumatische Drücke, insbesondere in Fahrzeugen

(71)

Anmelder: Knorr-Bremse GmbH, 8000 München

(72)

Erfinder: Kupfer, Hans-Jürgen, 8042 Oberschleißheim; Rau, Joachim, Dipl.-Ing.,  
8000 München; Kessel, Gerd, Dr.-Ing., 8031 Geiselbullach;  
Kümmeke, Heinrich, Ing.(grad.), 8011 Zorneding

München, 30.1.1973

TP11-v.Bü/si

-1439-

2811345

K N O R R - B R E M S E

G.m.b.H.

Moosacher Straße 30  
8000 München 40

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Druckregler für pneumatische Drücke, insbesondere in Fahrzeugen mit mindestens einem durch elektrische Signale betätigbarem Magnetventil, einem Druck-Spannungswandler zur Erzeugung eines dem regelnden Druck proportionalen Ist-Wert-Signales, einem Druck-Sollwertgeber, einem Vergleicher zur Erzeugung eines Regelabweichungssignales zwischen dem Ist-Wert-Signal und einem Soll-Wert-Signal mit einem mit dem Vergleicher verbundenen Regler und einer Anordnung zur Erzeugung eines Stellsignals für das Magnetventil, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellsignal derart ausgebildet ist, daß ein Ventilsitz des Magnetventils (2, 3) innerhalb eines Bereiches zwischen Öffnen und Schließen Zwischenstellungen kontinuierlich und über eine beliebig lange Zeitdauer einstellbar sind.
2. Druckregler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellsignal eine einem Ausgangssignal des Reglers proportionale, kontinuierlich veränderbare Gleichspannung ist.

3. Druckregler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellsignal eine impulsförmige Spannung ist, deren Frequenz über der maximalen Betätigungs frequenz des Magnetventiles liegt.

4. Druckregler nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die impulsförmige Spannung eine Rechteckspannung vorgegebener Amplitude ist, deren Frequenz und/oder Tastverhältnis in einem vorgegebenen Bereich kontinuierlich veränderbar sind.

5. Druckregler nach den Ansprüchen 1, 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Sollwertsignal innerhalb eines vorgegebenen Bereiches um einen einstellbaren Mittelwert sägezahnförmig veränderbar ist, wobei die Frequenz des Sollwertsignals über der maximalen Betätigungs frequenz des Magnetventiles liegt.

6. Druckregler nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (6) einen Integralanteil enthält.

7. Druckregler nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (6) ein Proportional-Integral-Regler (PI-Regler) ist.

8. Druckregler nach Anspruch 1 - 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Einlaß-(2) und ein Auslaßmagnetventil (3) vorgesehen sind, daß der Regler (6) in Abhängigkeit des Vorzeichens des

Regelabweichungssignales getrennte Stellsignale für das Einlaß- und das Auslaßmagnetventil erzeugt.

9. Druckregler nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalthysterese des Druckreglers so gewählt ist, daß eine gleichzeitige Betätigung des Einlaß- und des Auslaßmagnetventiles ausgeschlossen ist, wobei die Schalthysterese auch Null sein kann.

10. Druckregler nach Anspruch 3 - 9, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Regler und jedes Magnetventil (2, 3) ein Chopper-Verstärker (7, 8) geschaltet ist, dessen Ausgangsfrequenz und/oder Ausgangstastverhältnis dem Reglerausgangssignal derart entspricht, daß der arithmetische Mittelwert des Chopper-Verstärker-Ausgangssignales dem Reglerausgangssignal proportional ist.

11. Druckregler nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Chopper-Verstärker (7, 8) aus folgender Anordnung besteht:  
Einen ersten und einen zweiten Operationsverstärker (25 und 31), einen Rückkopplungskondensator (28) für den ersten Operationsverstärker (25), einen Rückkopplungswiderstand (33) für den zweiten Operationsverstärker (31), jeweils einen Vorwiderstand (23 bzw. 29) für den ersten bzw. zweiten Operationsverstärker, wobei der Vorwiderstand (23) des ersten Operationsverstärkers (25) und den Ausgang des Reglers (6) und des Vorwiderstandes (29) des zweiten Operationsverstärkers (31) und der Ausgang des ersten

Operationsverstärkers (25) verbunden sind und schließlich aus einer Reihenschaltung am einen Widerstand (36) und einer Diode (35), die mit dem Ausgang des zweiten Operationsverstärkers (31) und dem Eingang des ersten Operationsverstärkers (25) verbunden ist, wobei die Diode (35) in Abhängigkeit des nachgeschalteten Einlaß- oder Auslaßmagnetventils (2, 3) in Rückkopplungsrichtung in Durchlaß- oder Sperrichtung geschaltet ist.

12. Druckregler nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck-Spannungswandler (4) positive und negative Ist-Wert-Signale erzeugt und daß am Sollwertgeber (14) ebenfalls positive und negative Sollwertsignale einstellbar sind.

2811345

Druckregler für pneumatische Drücke, insbesondere in  
Fahrzeugen

Die Erfindung betrifft einen Druckregler der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 genannten Art.

Derartige Druckregler sind z.B. aus den DE-PSen 1 160 491, 1 100 672, den US-PSen 3 398 993, 3 402 972 oder 3 807 810 bekannt geworden.

Allen diesen Druckreglern ist gemeinsam, daß der gewünschte Druck durch vollständiges Öffnen oder Schließen von Einlaß- bzw. Auslaßmagnetventilen eingestellt wird. Hierdurch sind der Genauigkeit der Regelung feste Grenzen gesetzt. Zur Vermeidung eines zu häufigen Schaltens der Ventile und damit zur Verringerung des Luftverbrauches wird bei derartigen Druckreglern darüberhinaus die Schalthysterese verhältnismäßig hoch gewählt, so daß die Regelgenauigkeit noch weiter verringert wird.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Druckregler der eingangs genannten Art zu schaffen, der eine sehr genaue Erreichung eines vorgegebenen Druckes ermöglicht. Weiterhin soll ein durch den Regelvorgang bedingter Luftverbrauch weitestgehend vermieden werden.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

90983960135

ORIGINAL INSPECTED

2811345

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, ein herkömmliches Magnetventil so anzusteuern, daß es nicht nur wie beim bekannten Stand der Technik - in einem Auf/Zu -' Betrieb verwendet wird, sondern mit einem kontinuierlich veränderbaren Öffnungsquerschnitt. Die Ansteuerung des Magnetventiles erfolgt dabei derart, daß ein möglichen Ventilöffnungsstellungen jeweils stabil sind und auch bei mechanischen Erschütterungen stabil bleiben.

Mit anderen Worten ausgedrückt wird bei dem erfindungsmaßen Druckregler das Magnetventil (bzw. die Ventile) als stetig steuerbare Drosselstelle verwendet.

Hierdurch wird in vorteilhafter Weise eine sehr feinfühlig ansprechende und den vorgegebenen Drucksollwert sehr genau erreichende Druckregelung erzielt. Je näher der Druck-Istwert dem Druck-Sollwert kommt, desto kleiner wird der Öffnungsquerschnitt des Ein- bzw. Auslaßventils, so daß der Druckistwert sich stetig verlangsamend dem Drucksollwert nähert und praktisch ein (luftverbrauchendes) Überschwingen vermieden wird.

Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß sich das Ventil während des Regelsorganges sozusagen in einem schwebenden Öffnungs - zustand befindet und daher ein geringerer Verschleiß des Ventilsitzes auftritt als bei der bisherigen Regelung, bei der das Ventil jeweils vollständig offen oder vollständig geschlossen ist.

Gemäß vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung kann das

Ventil mit einer Gleichspannung oder einer hochfrequenten (gleichgerichteten) Wechselspannung angesteuert werden, wobei die Frequenz der vorzugsweise impulsförmigen Wechselspannung so gewählt ist, daß das Ventil aufgrund seiner Trägheit nicht voll durchschaltet. Die Frequenz der Ventilbetätigungs signale liegt daher erheblich höher als die maximale Schaltfrequenz des Ventils.

Bei einer bestimmten Ventilbauart wurde eine Ventil-Steuer signal-Frequenz von 1 KHZ als günstig ermittelt.

Die hochfrequente Ventilansteuerung kann gemäß zwei vorteilhafter Ausgestaltungen der Erfindung einmal dadurch geschehen, daß dem Drucksollwert ein hochfrequentes Signal, das z.B. sägezahnförmig ist, überlagert wird und zum anderen dadurch, daß ein der Regelabweichung proportionales Signal in einen Chopper-Verstärker in ein hochfrequentes Ventilbetätigungs signal umgewandelt wird, dessen Frequenz und/oder Tastverhältnis so gewählt ist, daß der arithmetische Mittelwert des Ventilbetätigungs signales der Regelabweichung oder dem Regler ausgangssignal proportional ist. Hierbei kann bei konstanter Frequenz nur das Tastverhältnis geändert werden; und es kann auch die Frequenz zusammen mit dem Tastverhältnis geändert werden.

Da wie weiter unten erläutert wird, der "stetige Bereich" der Ventile klein ist und dazu noch dessen Lage aufgrund baulicher Toleranzen stark schwanken kann, wird gemäß einer

2811345

vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ein Regler mit starkem Integral-Anteil, z.B. ein PI-Regler verwendet, wodurch das Reglerausgangssignal selbsttätig den "stetigen Bereich des Ventiles "findet", durch Ausgleichen der Nullpunktverschiebung dieses Bereiches.

Als weiterer Vorteil ist anzuführen, daß bei dem erfindungsgemäßen Regler keine "bleibenden Regelabweichungen" auftreten und daß ein "Schalten" der Ventile nur bei sehr großen Regelabweichungen oder aufgrund des Integralanteiles des Reglers bei länger anhaltenden Regelabweichungen auftritt. Druckänderungen durch thermische Effekte, die nach schnellen Druckänderungen auftreten, werden dagegen ohne "Ventilschalten" ausgeglichen.

Schließlich ist bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung dafür Sorge getragen, daß ein gleichzeitiges Arbeiten von Einlaß- und Auslaßventil nicht auftreten kann, wodurch ein unnötiger Luftverbrauch vermieden wird.

Weitere Vorteile der Erfindung können der nachfolgenden Beschreibung entnommen werden, in der die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Figuren ausführlicher erläutert wird.

Es zeigt:

Fig. 1 ein schematisches Diagramm der Öffnung eines Ventils in Abhängigkeit von dessen angelegter

Steuerspannung,

Fig. 2 ein schematisches Blockschaltbild eines Druckreglers  
gemäß der Erfindung,

Fig. 3 ein detaillierteres Schaltbild einer Ausführungs-  
form der Erfindung,

Fig. 4 einen schematischen Spannungsverlauf einzelner  
Signale des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 3,

Fig. 5 ein Blockschaltbild einer weiteren Ausführungsform  
der Erfindung,

Fig. 6 einen schematischen Spannungsverlauf einzelner  
Signale des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 5.

In Fig. 1 ist die Öffnung V eines Ventils (in %) über einer an das Ventil angelegten (normierten) Spannung  $U_v/U_{v\max}$  dargestellt. Es ist ersichtlich, daß die Ventilöffnung innerhalb eines engen Spannungsbereiches einen stetigen Bereich durchläuft, der in einen instabilen Bereich mündet, in dem ein Schalten des Ventiles auftritt. Es sei angemerkt, daß dieser "stetige Bereich" stabil ist und in beiden Richtungen durch Vergrößern oder Verkleinern der an das Ventil angelegten Spannung durchfahren werden kann. Auch bei mechanischen Erschütterungen, wie sie z.B. in Fahrzeugen auftreten, wird das Ventil im wesentlichen in dem stetigen Bereich verharren.

2811345

Wird die angelegte Spannung über den stetigen Bereich hinaus erhöht, so schaltet das Ventil durch und öffnet vollständig. Bei einer anschließenden Absenkung der angelegten Spannung durchläuft das Ventil die dargestellte Hysteresekurve und schließt bei Erreichen einer Mindesthaltespannung vollständig. Es ist ersichtlich, daß der stetige Bereich also nur aus einer Schließstellung des Ventiles erreicht werden kann.

Bei einem in der Praxis verwendeten Ventil beginnt der stetige Bereich etwa bei 60 % der Ventilnennspannung und endet bei etwa 75 %. Wird die angelegte Spannung von Null beginnend erhöht, so bleibt das Ventil bis zum Erreichen der obigen 60 % vollständig geschlossen.

Es sei bemerkt, daß diese "Nullpunktverschiebung" des stetigen Bereiches im wesentlichen zusätzlich auch von der Ventilbauart, von thermischen Einflüssen und von Fertigungstoleranzen beeinflußt wird. Ebenso hängt der Verlauf des stetigen Bereiches von diesen Parametern ab.

Fig. 2 zeigt ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Regelkreises. Ein Druckbehälter 1, dessen Druck geregelt werden soll ist über ein Einlaßmagnetventil 2 mit zugehöriger Magnetspule 2' mit einer (nicht dargestellten) Druckluftquelle und über ein Auslaßmagnetventil 3 mit zugehöriger Magnetspule 3' mit einer (ebenfalls nicht dargestellten) Druckluftsenke, w.z.B. Atmosphäre, verbunden. Der Druck in dem Druckbehälter 1 wird von einem Druckspannungswandler 4 gemessen und in einem Druck proportionales Ist-Wert-Signal umgewandelt. Dieses Ist-Wert-Signal wird einem Vergleicher 5 zugeführt, wo es mit einem Sollwert-Signal S verglichen wird. Am Ausgang des Vergleiches 5 erscheint ein der Differenz zwischen Sollwert-Sig-

909839/0135

2811345

nal und Istwert-Signal proportionales Regelabweichungs-Signal, das einem Regler 6 zugeführt wird. Im Regler 6 wird das Regelabweichungs-Signal entsprechend der Reglercharakteristik zu einem vorzeichenrichtigen Reglerausgangssignal verarbeitet, das jeweils einer Anordnung 7 und 8 zur Erzeugung eines Stellsignals für die Magnetventile 2 und 3 zugeführt wird. Die Anordnungen 7 und 8 sind dabei so ausgebildet, daß sie jeweils nur auf positive oder negative Reglerausgangssignale ansprechen. Die Ausgänge der Anordnungen 7 bzw. 8 sind jeweils mit den Magnetspulen 2' bzw. 3' elektrisch verbunden.

Der Regler 6 besteht vorzugsweise aus einem bekannten PI-Regler.

Die Anordnungen 7 und 8 können aus bekannten Gleichspannungs-Treiber-Verstärkern (mit Polaritätsauswahl) bestehen oder aus "Chopper-Verstärkern", die im Zusammenhang mit Fig. 3 erläutert werden.

Fig. 3 zeigt ein detaillierteres Schaltbild einer Ausführungsform der Erfindung, bei dem Chopperverstärker verwendet werden. Gleiche Teile wie in Fig. 2 sind mit gleichen Bezugssymbolen versehen.

Der Vergleicher 5 besteht aus einem Operationsverstärker 10, dessen Minus-Eingang 11 mit Masse und dessen Plus-Eingang 12 über einen Rückkopplungswiderstand 13 mit dem Ausgang des Verstärkers 10 verbunden ist. Weiterhin ist der Plus-Eingang 12 über einen Widerstand 14 mit dem Druck-Spannungswandler 4 und einen weiteren Widerstand 15 mit einem Abgriff eines als Sollwertgeber dienenden Verstellwiderstand 16 verbunden, dessen

2811345

weitere Anschlüsse mit positiver und negativer Versorgungsspannung verbunden sind.

Der Ausgang des Verstärkers 10 ist mit dem Regler 6 verbunden und zwar über einen Widerstand 17 mit einem invertierenden Eingang 19 eines Operationsverstärkers 18, dessen nicht invertierender Eingang 20 mit Masse verbunden ist.

Der Ausgang des Verstärkers 18 ist über eine Serienschaltung aus einem Kondensator 22 und einem Widerstand 21 mit dem invertierenden Eingang 19 verbunden.

Der Ausgang des Verstärkers 18 und damit des Reglers 6 ist mit Eingängen der beiden Anordnungen 7 und 8 verbunden, die mit Ausnahme der Polarität von Dioden 35 und 35' identisch aufgebaut sind.

Die Anordnung 7, die einen Chopper-Verstärker darstellt, besteht aus einem Eingangswiderstand 23, der mit seinem einen Anschluß mit dem Ausgang des Verstärkers 18 und mit seinem anderen Anschluß mit einem invertierenden Eingang 24 eines Verstärkers 25 verbunden ist. Ein nicht-invertierender Eingang 26 des Verstärkers 25 ist mit Masse verbunden. Ein Ausgang 27 des Verstärkers 25 ist über einen Kondensator 28 mit dem Eingang 24 verbunden. Der Ausgang 27 ist über einen Widerstand 29 mit einem nicht-invertierenden Eingang 30 eines Verstärkers 31 verbunden, dessen invertierender Eingang 32 mit Masse verbunden ist. Ein Ausgang 34 des Verstärkers 31 ist über einen Mitkopplungswiderstand 33 mit dem Eingang 30 verbunden.

Weiterhin ist der Ausgang 34 über eine Serienschaltung aus einer Diode 35 und einem Widerstand 36 mit dem invertierenden Eingang 24 des Verstärkers 25 verbunden. Die Diode 35 ist so

909839/03135

2811345

geschaltet, daß sie für einen Stromfluß vom Ausgang 34 zum Eingang 24 in Durchlaßrichtung liegt.

Der Ausgang 34 ist über eine Anpaßschaltung 38 mit dem Belüftungsmagnetventil verbunden. Diese Anpaßschaltung 38 kann z.B. aus einem herkömmlichen Leistungsverstärker bestehen.

Die Anordnung 8 ist mit der Anordnung 7 identisch, wobei die gleichen Bezugszeichen, jeweils mit einen Strich versehen, verwendet wurden. Lediglich ist gegenüber der Anordnung 7 die Polarität der Diode 35' vertauscht, so daß die Diode 36' vom Ausgang des Verstärkers 31' zum Eingang des Verstärkers 25' in Sperr-Richtung geschaltet ist.

Der Ausgang der Anpaß-Schaltung 38' ist entsprechend mit der (nicht dargestellten) Magnetspule 3' des Entlüftungs-Magnetventiles 3 verbunden. Wie nachfolgend gezeigt wird, kann es erforderlich sein, die Anpaß-Schaltung 38' invertierend auszubilden.

Im folgenden wird die Wirkungsweise der Schaltung nach Fig. 3 unter teilweiser Bezugnahme auf Fig. 4 erläutert.

Es sei angenommen, der von dem Druck-Spannungs-Wandler 4 gemessene Druck im Druckbehälter 1 sei zu hoch, d.h. er liege über dem Sollwert. Damit soll auch am Eingang 12 des Verstärkers 10 eine positive Spannung anliegen. Am Ausgang des (invertierenden) Verstärkers 10 erscheint damit eine negative Spannung, die in dem PI-Regler 6 verstärkt (P-Anteil) und integriert (I-Anteil) wird, so daß am Ausgang des Verstärkers 18 eine nach kurzem, durch den P-Anteil bedingten Sprung linear zu positiven Werten hin ansteigende Spannung ansteht. Diese Spannung liegt parallel an den Eingängen der Anordnungen 7 und 8.

909839/0135

2811345

In der Anordnung 8 bewirkt diese positive Spannung in dem (Integrier)-Verstärker 25', daß an dessen Ausgang 27 eine zu negativen Werten hin abfallende Spannung  $U_{25}'$  entsteht. Diese Spannung wird in dem Schaltverstärker 31' derart verstärkt, daß er bei Erreichen einer Schwelle voll von positivem zu negativem Ausgangspegel durchschaltet. Der Rückkupplungszweig 35', 36' ist für diese negative Spannung in Durchlaßrichtung geschaltet, so daß am Eingang 24' des Verstärkers 25' diese negative Spannung der positiven Spannung vom Ausgang des Reglers 6 überlagert wird, wodurch der Integrierverstärker 25' wieder aufintegriert. Sobald das Ausgangssignal  $U_{25}'$  einen Schwellwert erreicht hat, schaltet der hysteresebehaftete Verstärker 31' zu positivem Ausgangspegel zurück. Die Anpaßschaltung 38', an deren Eingang während des oben beschriebenen Vorganges ein negativer Impuls lag, ist invertierend ausgebildet, so daß an ihrem Ausgang ein das Entlüftungsmagnetventil steuernder positiver Impuls erschienen ist. Nach dem Hochschalten des Schaltverstärkers 31' zu positivem Ausgangspegel liegt die Diode 35' in Sperrichtung, so daß das positive Reglerausgangssignal wieder allein zur Wirkung kommt und sich der oben geschilderte Vorgang wiederholt. Die Steilheit der Integration ist, solange die Diode 35' sperrt, durch den Widerstand 23' und den Kondensator 28' bedingt. Sobald der Verstärker 31' umgeschaltet hat und die Diode 35' leitend wird, ist die Integrationskonstante des Verstärkers 25' zusätzlich noch von dem Verhältnis der Widerstände 23' und 36' abhängig. Die Werte der Widerstände 23' und 36' und des Kondensators 28 sind so gewählt, daß die Integration in beiden Richtungen so

909839150-135

ORIGINAL INSPECTED

2611345

schnell erfolgt, daß die Frequenz des resultierenden Ausgangssignales höher liegt, als die maximale Schaltfrequenz des nachgeschalteten Magnetventils.

Die oben geschilderten Vorgänge verlaufen in der Anordnung 7 zu Beginn analog, so lange bis der Schaltverstärker 31 zu negativem Pegel durchschaltet. Ab diesem Zeitpunkt ist der Rückkopplungszweig 35, 36 gesperrt, so daß die Anordnung 7 nicht schwingen kann und damit außer Betrieb ist. Die Anpaß-Schaltungen 38 und 38' sind weiterhin so ausgebildet, daß sie nur auf hochfrequente Signale ansprechen, was z.B. durch ein Hochpaßfilter oder sonstige bekannte, auf Impulse ansprechende Schaltungen erreicht werden kann.

Betrachtet man nun den Fall, daß der gemessene Druck kleiner als der durch den Sollwert vorgegebene Druck ist, so liegt am Eingang 12 des Verstärkers ein negatives Signal, das analog zu obigem, am Ausgang des Verstärkers 18 ein zu negativen Werten hin abfallendes Signal erzeugt. Dieses Signal bewirkt in dem integrierenden Verstärker 25 ein zu positiven Werten hin ansteigendes Ausgangssignal  $U_{25}$ , welches in Fig. 4 dargestellt ist. Sobald dieses Signal  $U_{25}$  zum Zeitpunkt  $t_1$  einen bestimmten Wert erreicht hat, schaltet der Verstärker 31 zu positivem Ausgangspegel (vgl. Kurve  $U_{31}$  in Fig. 4) durch.

Die Diode 35 wird damit leitend und der Verstärker integriert vom Zeitpunkt  $t_2$  bis  $t_3$  ab. Zum Zeitpunkt  $t_3$  schaltet der Verstärker 31 zu negativem Ausgangspegel zurück und der Verstärker 25 integriert wieder auf, sofern noch ein Eingangssignal an seinem Eingang 24 ansteht, so daß sich der Vorgang entsprechend wiederholt, wie es durch den weiteren Kurvenverlauf in Fig. 4

909839160135

DRUCKWAHL 1600000000

angedeutet ist.

Wie aus Fig. 4 ersichtlich, ist die Einschaltzeitdauer des Verstärkers 31 und damit die Impulsdauer für das Einlaßmagnetventil (neben dem Wert des Ausgangssignales des Reglers 6) von der Zeitkonstante der Abintegration und damit von den Widerständen 23 und 36 und dem Kondensator 28 und weiterhin von den Schaltschwellen des Verstärkers 31 und damit von den Widerständen 29 und 33 abhängig. Die Ausschaltzeitdauer des Verstärkers 31 ist dagegen nicht von dem Wert des Widerstandes 36 abhängig.

In Fig. 5 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Gleiche Teile wie in Fig. 2 sind mit gleichen Bezugssymbolen versehen.

Der Druckbehälter 1, die Magnetventile 2 und 3 mit ihren zugehörigen Magnetspulen 2' und 3', der Druck-Spannungs-Wandler 4, der Vergleicher 5, der Regler 6 und die Anordnungen 7 und 8 sind in gleicher Weise wie in Fig. 2 miteinander verbunden.

Zusätzlich wird jedoch dem Vergleicher 5 noch ein hochfrequentes Wechselspannungssignal zugeführt, welches dem Sollwert S überlagert wird. Dieses Wechselspannungssignal kann sinusförmig, impulsförmig oder - wie in Fig. 5 und 6 dargestellt - dreieckförmig sein.

Der Regler 6 besteht aus einem Schaltverstärker mit vorgegebener Hysterese und die Anordnungen 7 und 8 bestehen aus Schaltverstärkern, wobei der eine Verstärker hiervon (z.B. 7) nur auf positive und der andere (z.B. 8) nur auf negative Signale anspricht.

Die Wirkungsweise dieser Regeleinrichtung wird im Zusammen-

2811345

hang mit Fig. 6 erläutert.

Hierbei zeigt die mit 40 bezeichnete Kurve die dem Sollwert S überlagerte Wechselspannung, die Kurve 41 eine dem Ist-Wert des Druckes proportionale Spannung (Ausgangssignal des Druck-Spannungswandlers 4) und die Kurve 42 die Öffnungscharakteristik des Einlaßventiles 2.

Es ist ersichtlich, daß bei Annäherung des Istwertes an den Sollwert durch die überlagerte Sägezahnspannung bzw. Dreieckspannung eine Puls-Breitenmodulation für die Magnetventilsteuerung erreicht wird. Das Tastverhältnis (Einschaltdauer zu Periodendauer) verändert sich, bei Vernachlässigung der Reglerhysterese von 1 bei großer Abweichungen bis auf 0,5 bei Regelabweichung Null.

Bei Regelabweichung mit umgekehrtem Vorzeichen sperrt die Anordnung 7 und das Tastverhältnis wird zu Null.

Hiermit wird erreicht, daß die Magnete bei kleinen Regelabweichungen proportional zur Abweichung öffnen bzw. schließen. Es wird somit ein lansameres Einlaufen des Istwertes in den Sollwert erreicht, wodurch die Regelhysterese verkleinert und damit die Regelgenauigkeit vergrößert werden kann.

Auch hier kann die Frequenz des dem Sollwert überlagerten Wechselspannungssignales höher als die maximale Betätigungs-frequenz des angesteuerten Magnetventiles.

909839/0135

2811345

Nummer: 28 11 345  
Int. Cl. 2: G 05 D 16/20  
Anmeldetag: 16. März 1978  
Offenlegungstag: 27. September 1979

- 21 -

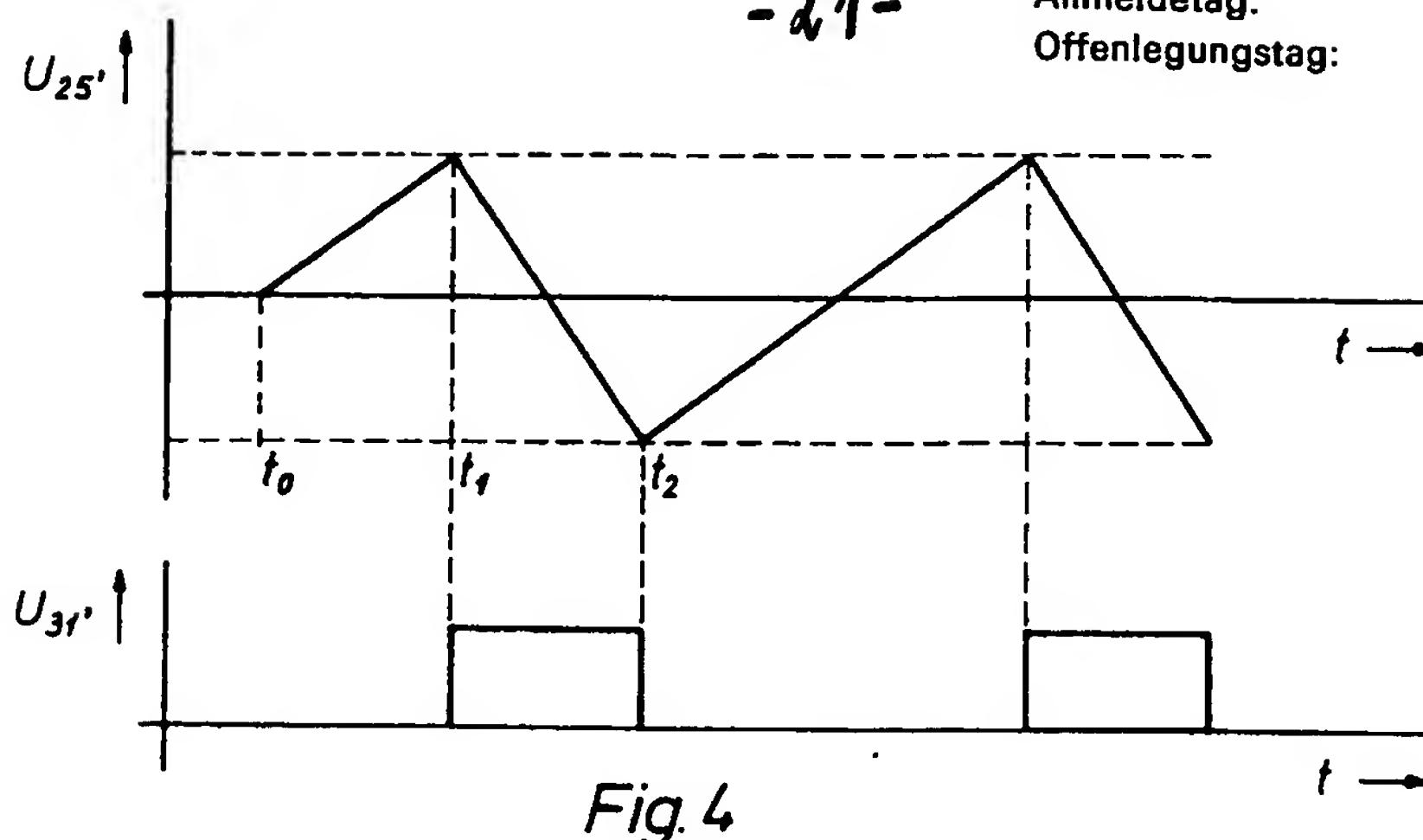


Fig. 4

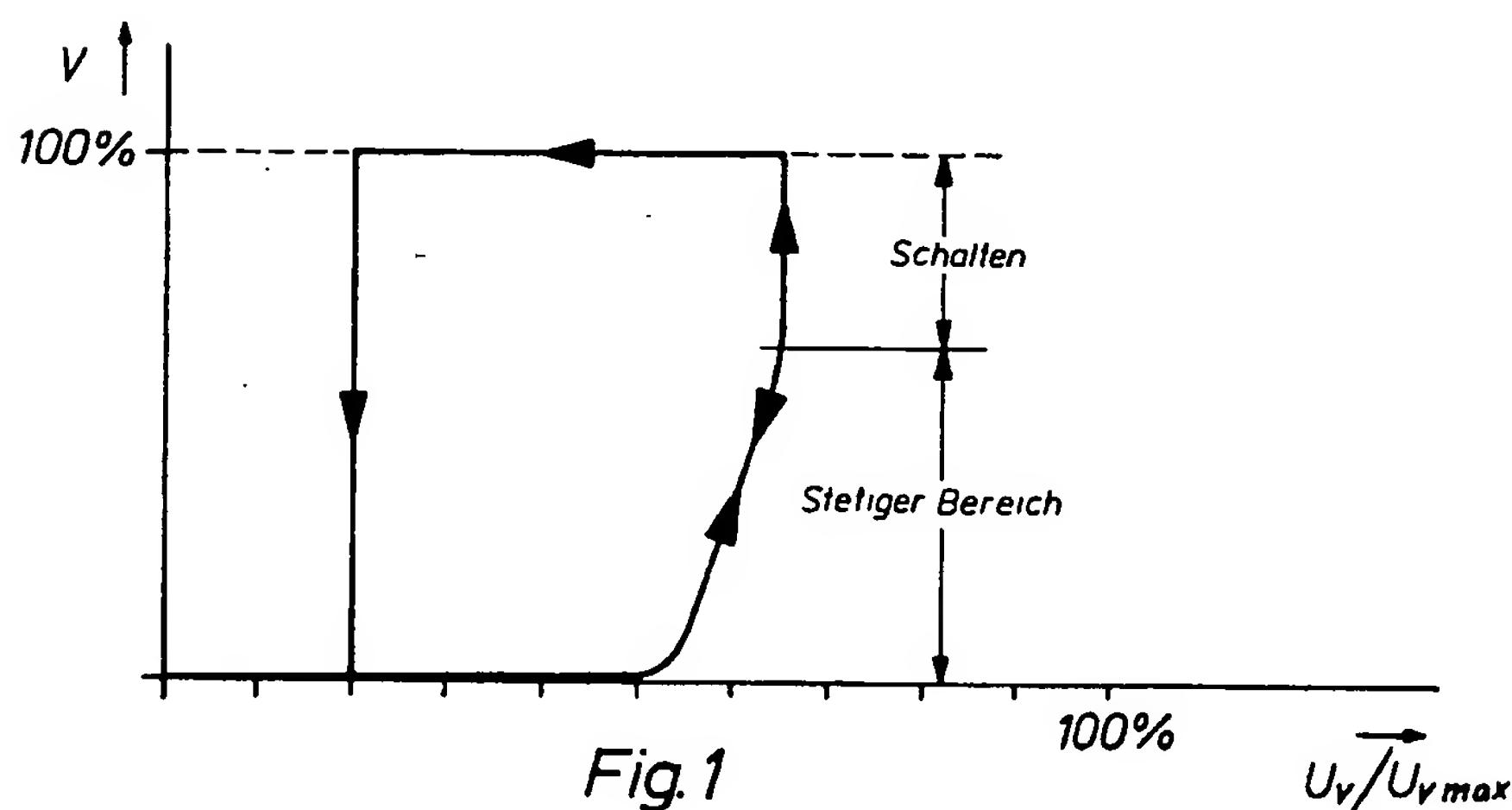


Fig. 1

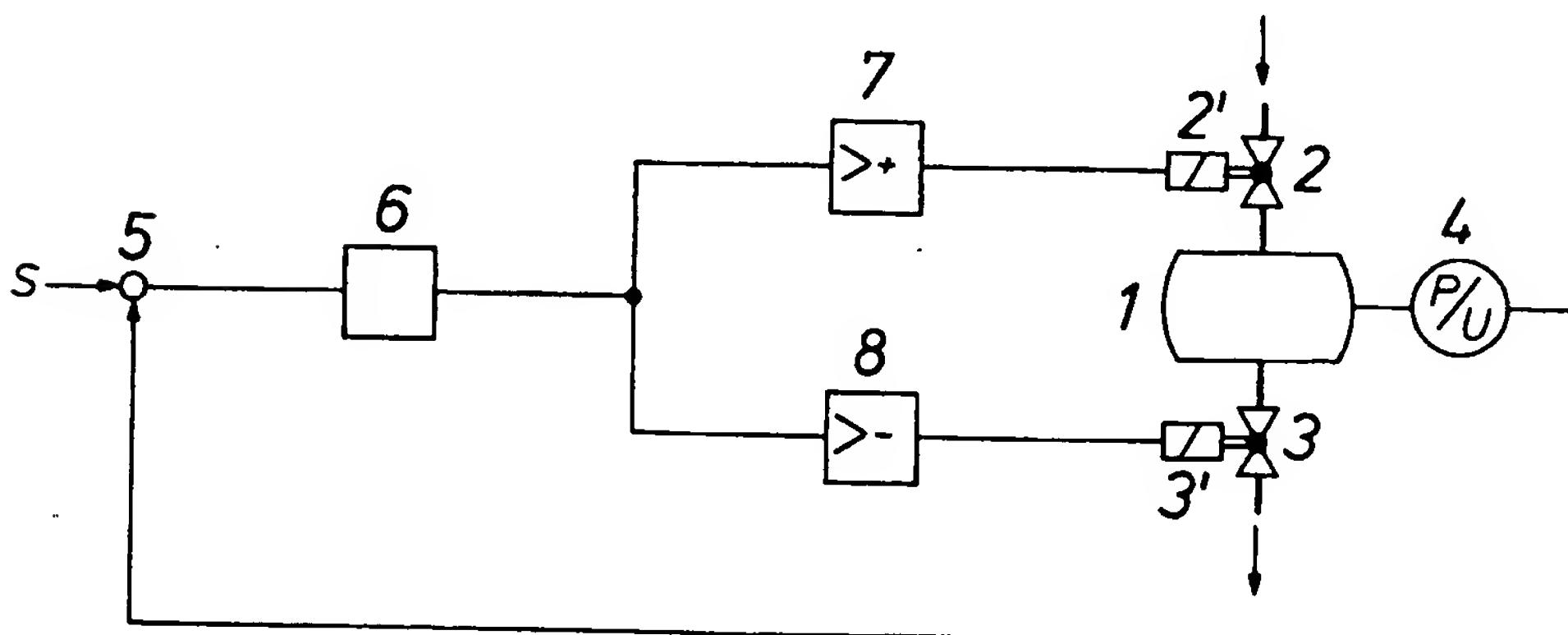


Fig. 2

909839 / 0135

2811345

- 19 -

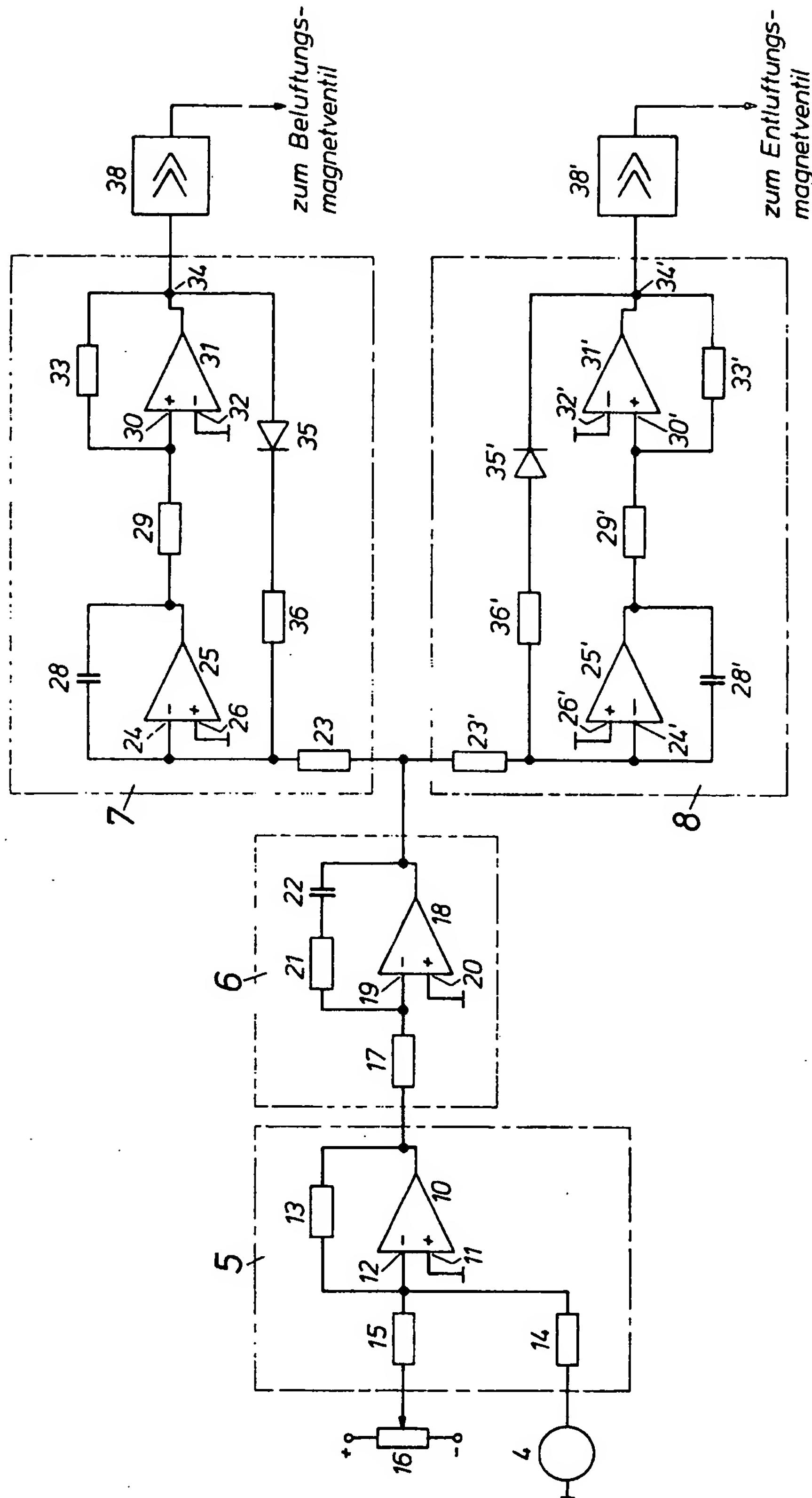


Fig. 3

909839/0135

2811345

-28-

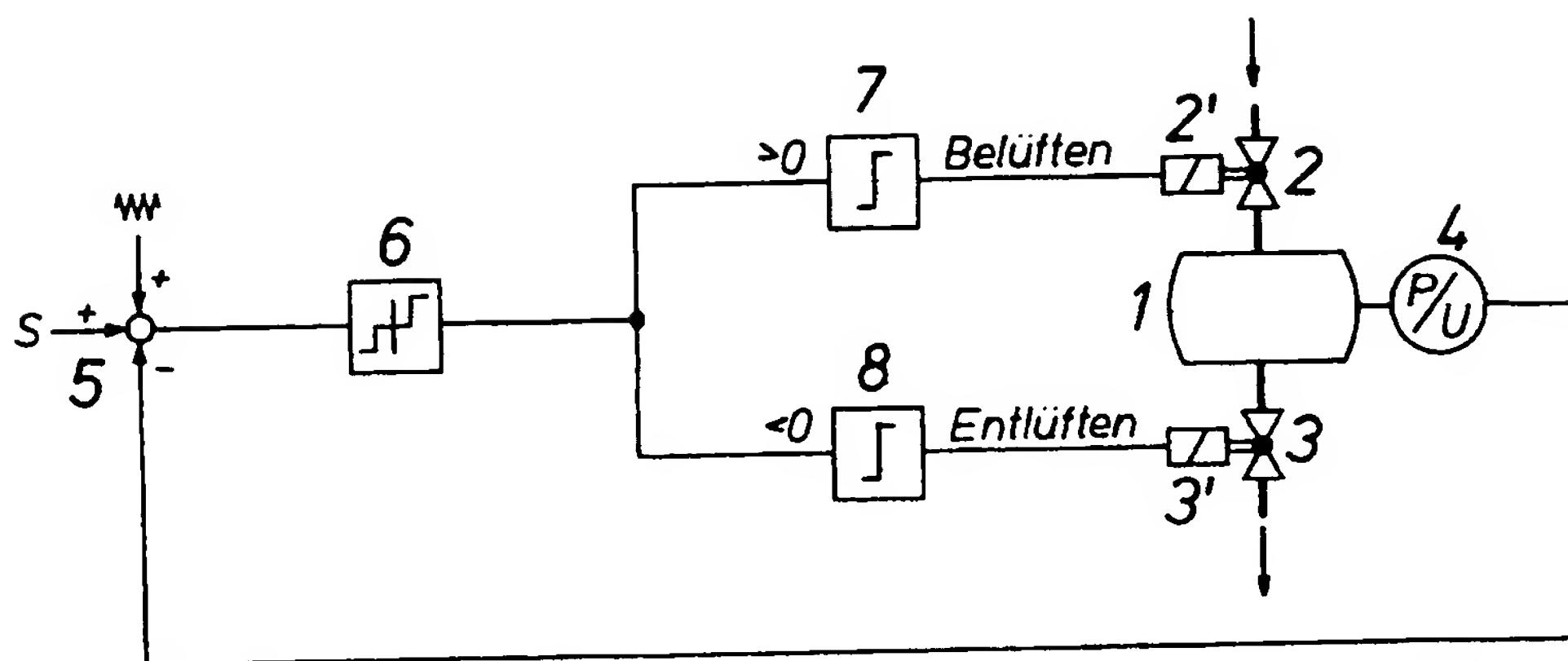


Fig. 5

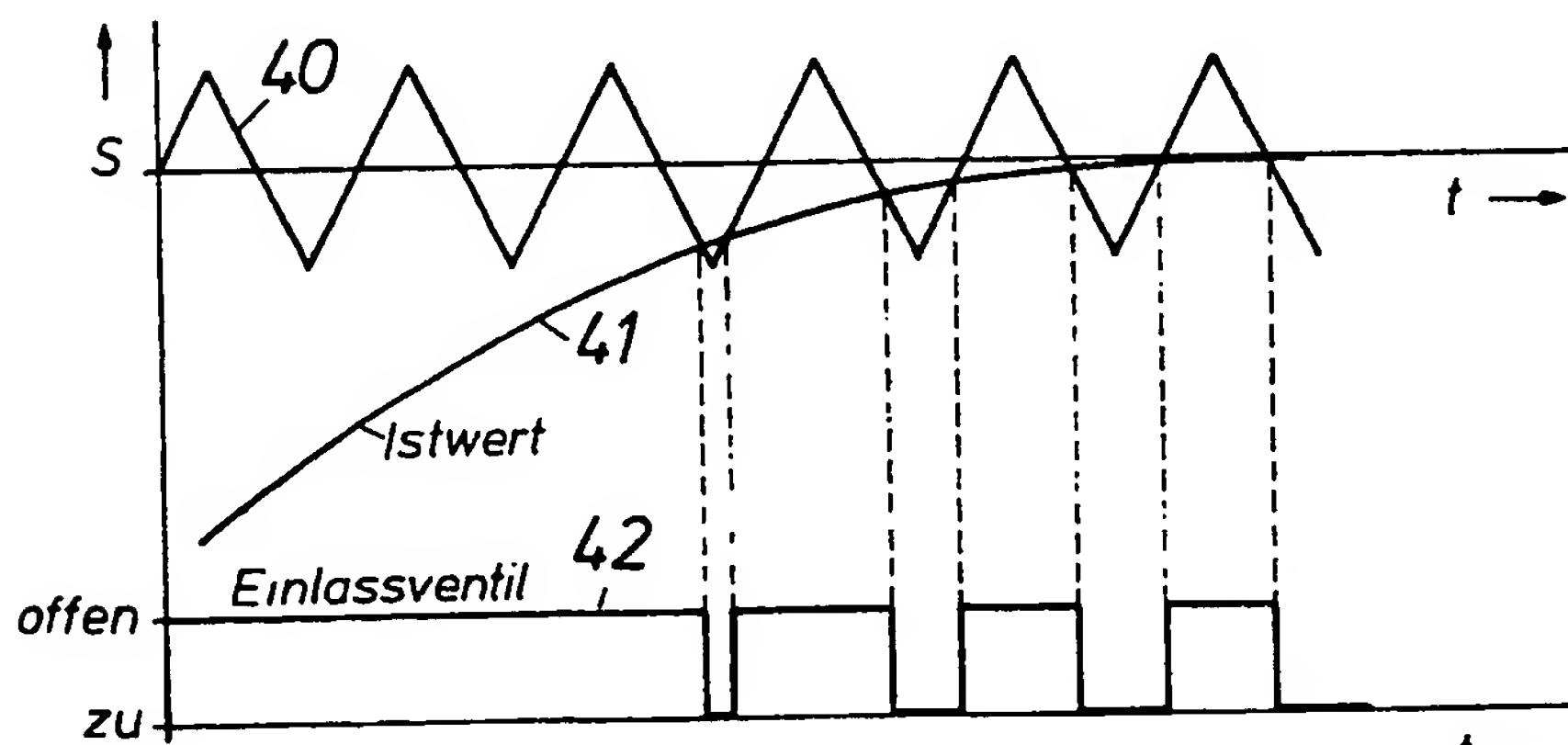


Fig. 6

909839/0135

# Pressure regulator for fluid pressures

**Patent number:** DE2811345  
**Publication date:** 1979-09-27  
**Inventor:** KUPFER HANS-JUERGEN; RAU JOACHIM DIPL ING;  
KESSEL GERM DR ING; KUEMMEKE HEINRICH ING  
GRAD  
**Applicant:** KNORR BREMSE GMBH  
**Classification:**  
- **international:** G05B11/28; G05D16/20; G05B11/01; G05D16/20;  
(IPC1-7): G05D16/20  
- **european:** G05B11/28; G05D16/20D2D  
**Application number:** DE19782811345 19780316  
**Priority number(s):** DE19782811345 19780316

Also published as:

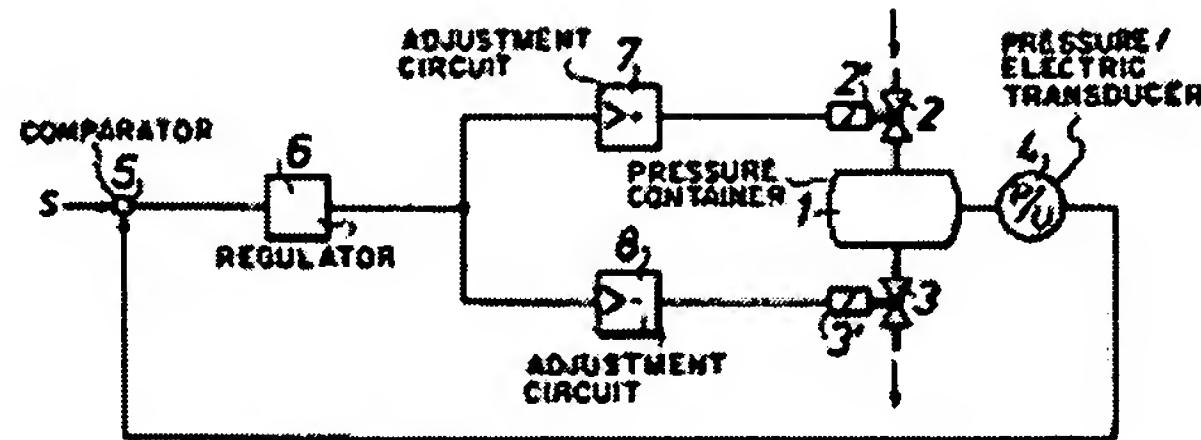
US4253480 (A1)  
GB2016746 (A)  
FR2420158 (A1)  
CH641905 (A5)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE2811345

Abstract of corresponding document: US4253480

A pressure regulator has at least one solenoid valve operated by electrical signals connected to a container the actual pressure of which is indicated by a pressure electric transducer. A comparator generates a regulation signal which is the difference between the actual pressure and a command pressure signal. A regulator is connected to the comparator for generating a control signal to the solenoid valve in such a manner that the valve member of the solenoid valve is adjustable in a stable manner between intermediate positions within a range between the open and closed positions of the valve such that throttled pressure media continuously flows through the valve. The valve adjustment signal can be a continuously variable direct voltage which is proportional to the output signal of the regulator and may be a rectangular or saw-toothed voltage with a frequency exceeding the maximum actuating frequency of the solenoid valve. The regulator has an integral function and is preferably a proportional integral regulator. The container may be provided with both inlet and outlet valves for control of the pressure in the container and the regulator produces separate control signals for the inlet and outlet valves.



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**